

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-004521

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

F16H 61/62

B60K 41/28

(21)Application number : 06-053869

(71)Applicant : CATERPILLAR INC

(22)Date of filing : 24.03.1994

(72)Inventor : BRANDT CHRIS D
COFFMAN MICHAEL F
MITCHELL RANDALL M

(30)Priority

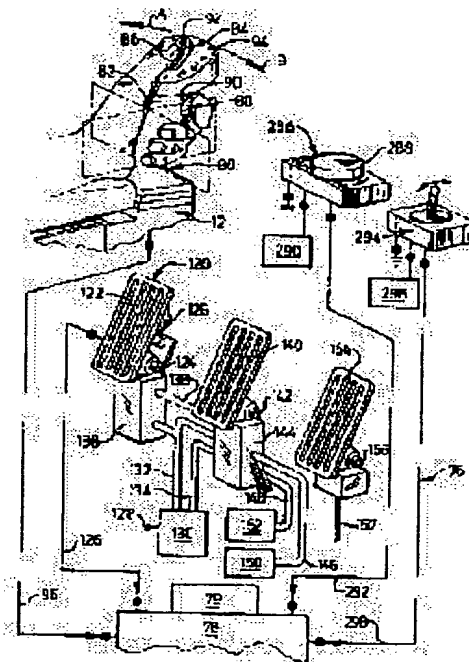
Priority number : 93 37045 Priority date : 25.03.1993 Priority country : US

(54) ELECTROHYDRAULIC CONTROL DEVICE FOR DRIVE TRAIN

(57)Abstract:

PURPOSE: To make smooth shift possible by deciding transmission relative speed as a function of transmission output speed and transmission input speed, and controlling to engage and disengage an input clutch according to it.

CONSTITUTION: An electronic hydraulic control device 76 for operating a drive train including an engine and a transmission of a vehicle 12 such as a grading wheel loader, is provided with a first actuator mechanism 80 for controlling the transmission. This mechanism 80 comprise a vertical control rod 82 provided with a speed selector device 84 for shift operation and a directional selector device 88 for changeover of forward/backward, and electric signals corresponding to the operation of the respective selector devices 84, 88 are output to an electronic control module 78. This electronic control module 78 inputs the input/ output speed signals of the transmission, and decides clutch relative speed as the function of input - output speed to control to engage or disengage the input clutch.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-21970

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

25.10.2004

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-4521

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl.⁶

F 1 6 H 61/62

B 6 0 K 41/28

識別記号

庁内整理番号

8917-3 J

8817-3 D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平6-53869

(22) 出願日 平成6年(1994)3月24日

(31) 優先権主張番号 08/037045

(32) 優先日 1993年3月25日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 391020193-

キャタピラー インコーポレイテッド

CATERPILLAR INCORPORATED

アメリカ合衆国 イリノイ州 61629-

6490 ピオーリア ノースイースト アダ

ムス ストリート 100

(72) 発明者 クリス ディー プラント

アメリカ合衆国 イリノイ州 61615 ピ

オーリア ヒーザー オーク ドライヴ

6009

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

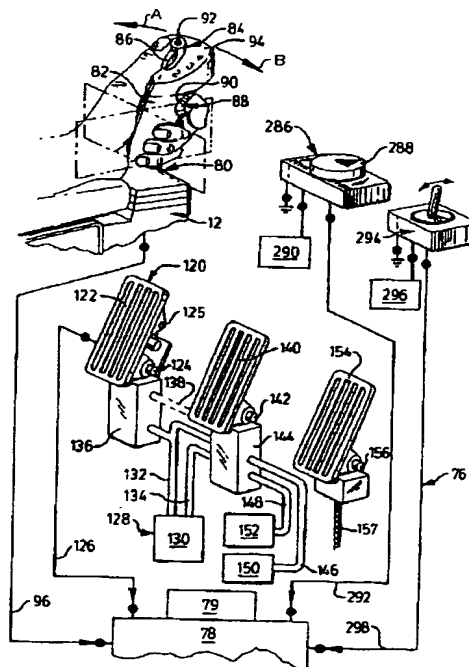
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドライブトレーンの電子油圧式制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 変速機の入力クラッチの連結の度合いを正確に制御する電子油圧式制御装置を提供する。

【構成】 制御桿82の第1位置から第2位置への動きに応じて、トランスミッションは前進ギヤ比と後進ギヤ比の間でシフトするようになっている。電子制御モジュールはトランスミッション出力速度とトランスミッション入力速度の関数としてトランスミッションクラッチ相対速度を決定し、それに応じて方向シフトのとき入力クラッチ64を連結したり、非連結状態にするように構成されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジン、トランスミッション、加圧流体源、およびエンジンとトランスミッションとの間に駆動連結された入力クラッチを含む、車両のドライブトレインのための電子油圧式制御装置にあって、

第 1 位置と第 2 位置の間で漸次手動で動かすことができる制御部材を有し、前記制御部材を前記第 1 位置から第 2 位置へ動かすとそれに応じてトランスミッションが前進ギヤ比と後進ギヤ比の間でシフトするように構成されたアクチュエータ手段、

トランスミッションの回転出力速度を検知し、それに応じてトランスミッション出力速度信号を発生する検知手段、

トランスミッションの回転入力速度を検出し、それに応じてトランスミッション入力速度信号を発生する検知手段、

入力クラッチを制御自在に連結したり、非連結状態にしたりするため、加圧流体を流体源から入力クラッチへ送る弁手段、および前記トランスミッション出力速度信号とトランスミッション入力速度信号を受け取り、それに応じてトランスミッションクラッチ相対速度を決定し、前記トランスミッションクラッチ相対速度の関数として入力クラッチを制御自在に連結したり、非連結状態にしたりするため、前記制御部材の第 1 位置から第 2 位置への動きに応じて前記弁手段を制御自在に作動させる電子制御モジュール、から成ることを特徴とする電子油圧式制御装置。

【請求項 2】 前記トランスミッションクラッチ相対速度が、トランスミッション入力速度信号と現在ギヤ比を乗じたトランスミッション出力速度信号の差として決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 3】 前記電子制御モジュールが、実質上零であるトランスミッションクラッチ相対速度に応じて、入力クラッチを制御自在に連結するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 4】 前記電子制御モジュールが、前記トランスミッションクラッチ相対速度の変化を決定し、それに応じてトランスミッションクラッチ相対速度が所定の時間間隔の間零に等しいかどうかを決定するように構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 5】 前記弁手段が、入力クラッチの連結中、入力クラッチ圧力を直線的に調整するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 6】 前記弁手段が、入力クラッチの連結中、入力クラッチ圧力を第 1 制御レベルまで第 1 勾配で、続いて第 2 制御レベルまで第 2 勾配で直線的に調整するよ

2

うに構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 7】 前記弁手段が、前記第 1 勾配での調整と第 2 勾配での調整との間の所定の時間間隔の間、入力クラッチ圧力を一定圧力に保つように構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 8】 前記ドライブトレインが、入力クラッチとトランスミッション間に連結された、出力部材をもつトルクコンバータを含んでいることを特徴とする請求項 6 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 9】 前記トランスミッション入力速度検知手段が、トルクコンバータ出力速度を測定するようになったことを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 10】 前記ドライブトレインが、入力クラッチとトランスミッションとの間に連結されたトルクコンバータを含んでおり、前記トルクコンバータが、回転ハウジングと、入力クラッチを介して前記回転ハウジングに連結されたインペラ要素と、リアクタ要素と、ロックアップクラッチを介して回転ハウジングへ連結されたタービン要素とから成り、さらに流体源からロックアップクラッチへ加圧流体を送る別の弁手段を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項 11】 エンジン、トランスミッション、加圧流体源、入力クラッチとトランスミッションとの間に駆動連結されたトルクコンバータからなり、前記トルクコンバータが、回転ハウジングと、前記入力クラッチを介して前記回転ハウジングに連結されたインペラ要素と、リアクタ要素と、タービン要素とから成る、車両のドライブトレインのための電子油圧式制御装置にあって、

第 1 位置と第 2 位置の間で漸次手動で動かすことができる制御部材を有し、前記制御部材を第 1 位置から第 2 位置へ動かすとそれに応じてトランスミッションが前進ギヤ比と後進ギヤ比の間でシフトするように構成されたアクチュエータ手段、

前記回転ハウジングとトルクコンバータのタービン要素間に連結されたロックアップクラッチ、

トランスミッションの回転出力速度を検知し、それに応じてトランスミッション出力速度信号を発生する検知手段、

トランスミッションの回転入力速度を検出し、それに応じてトランスミッション入力速度信号を発生する検知手段、

入力クラッチを制御自在に連結したり、非連結状態にしたりするため、加圧流体を流体源から入力クラッチへ送る弁手段、および前記トランスミッション出力速度信号とトランスミッション入力速度信号を受け取り、それに応じてトランスミッションクラッチ相対速度を決定し、前記トランスミッションクラッチ相対速度の関数として入力クラッチを制御自在に連結したり、非連結状態にし

たりするため、前記制御部材の第1位置から第2位置への動きに応じて前記弁手段を制御自在に作動させる電子制御モジュール、から成ることを特徴とする電子油圧式制御装置。

【請求項12】 前記トランスミッションクラッチ相対速度が、トランスミッション入力速度信号と現在ギヤ比を乗じたトランスミッション出力速度信号の差として決定されることを特徴とする請求項11に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項13】 前記電子制御モジュールが、実質上零であるトランスミッションクラッチ相対速度に応じて、入力クラッチを制御自在に連結するように構成されていることを特徴とする請求項11に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項14】 前記電子制御モジュールが、トランスミッションクラッチ相対速度の変化を決定し、それに応じてトランスミッションクラッチ相対速度が所定の時間間隔の間零に等しいかどうかを決定するように構成されていることを特徴とする請求項13に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項15】 前記弁手段が、入力クラッチの連結中、入力クラッチ圧力を直線的に調整するように構成されていることを特徴とする請求項11に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項16】 前記弁手段が、入力クラッチの連結中、入力クラッチ圧力を第1制御レベルまで第1勾配で、続いて第2制御レベルまで第2勾配で直線的に調整するように構成されていることを特徴とする請求項11に記載の電子油圧式制御装置。

【請求項17】 前記弁手段が、第1勾配での調整と第2勾配での調整の間の所定の時間間隔の間入力クラッチ圧力を一定圧力に保つように構成されていることを特徴とする請求項16に記載の電子油圧式制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般には、工事用車両を制御自在に操作するための電子油圧式制御装置および方法、より詳細には、電子制御モジュールと、車両のドライブトレインの一定の動作モード（電子制御モジュールによるトルクコンバータ入力クラッチの連結を含む）に影響を及ぼす手動操作式アクチュエータ機構を備えた電子油圧式制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】工事用車両の通常の「寸行」動作モードでは、トランスミッションはギヤが入った状態に保たれ、フットペダルを使用してブレーキが手動で調整される。これは、相当なオペレータの努力を必要とし、しかもブレーキがかなり早期に磨耗するので望ましくない。もう1つの知られた動作モードでは、フットペダルを押してブレーキを加えると、ディスクプレート式トランス

ミッションクラッチが滑って、トランスミッションが実質的にニュートラルになる。これは、たいいてい圧力源とクラッチ間に配置された「寸行」弁に作用するブレーキ装置流体回路によって実現されており、シャトル式リフトトラックに広く使用されている。これは、エンジンの速度を比較的高い速度に維持してエンジンで駆動される補機の迅速な応答を可能にすると同時に、車両の対地速度を下げてもより正確な操縦を可能にするので望ましい。しかし、これまでは、これら2つの動作モードにおいて手動操作式制御部材の設定を固定して、クラッチの制御された滑りを実現することは不可能であった。

【0003】ブレーキペダルとクラッチペダルの相互連結は機械的に可能ではあるが、これは、正しく機能させるのにかなり微妙な調整を必要とする。たとえば、米国特許第2,972,906号（1961年2月28日発行）は、クラッチを制御自在に滑らせるためクラッチへ供給される圧力を減らす弁のスプールを機械的に動かす左フットペダルを開示している。右フットペダルは、もっぱらブレーキをかみ合わせるため独立して押し下げることができる。左フットペダルは、一定の自由行程のあと右フットペダルに機械的に連結され、右ブレーキを押し下げて一定のクラッチ滑りのあとブレーキを加える。

【0004】米国特許第3,181,667号（1965年5月4日発行）は、車両のトランスミッションを自動的にニュートラルにして、ブレーキをかける別形式の二重ペダル装置を開示している。右ブレーキペダルは、押し下げるとブレーキがかかる。これに対し、左ブレーキペダルは、押し下げるとトランスミッションに連結されたトランスミッションニュートラル弁が作動してトランスミッションを非連結状態にし、同時にクロスシャフトと協力して右ペダルを物理的に動かし、一定の自由行程のあとブレーキをかける。

【0005】同時に、インペラ、リアクタ、およびタービンの諸要素から成る流体トルクコンバータを車両のエンジンと多速トランスミッション間に組み込むことが広く行われてきた。米国特許第3,820,417号（1974年6月28日発行）は、より洗練された流体トルクコンバータの改造型を開示している。この改造型では、エンジンからインペラ要素へ動力を制御自在に伝達するため、トルクコンバータの回転ハウジング内にディスク式入力クラッチが配置されている。上記米国特許第3,820,417号は、さらに、回転ハウジングとタービン要素を機械的に直結してドライブトレインの効率を高めるため、比較的高いトルクコンバータ出力速度で連結できる円板式ロックアップクラッチが開示されている。トランスミッションの下流にあるクラッチの分離および連結から生じるエネルギーピークを効率的に吸収するため、上記米国特許第3,820,417号のコンバータ入力クラッチは、各ギヤシフト中非連結状態にされ、トランスミッションクラッチの選択されたクラッチが連結されたあと制御自在に再連結さ

れる。この結果、トランスミッションクラッチは、ギヤシフトの全エネルギーレベルを吸収する必要がないので、構造を簡単にすることができる。他方、入力クラッチおよびロックアップクラッチの作動ピストンに連結された制御装置は、もっぱら油圧弁を使用する方式であり、車両の運転状態の全範囲に完全に応答することができない。

【0006】米国特許第3,680,398号(1972年8月1日発行)は、車両のある運動状態の下でトランスミッションのシフト中にインペラ要素が逆方向に駆動されるのを防止する油圧制御弁機構をもつ油圧調整式すなわち可スリップ式入力クラッチを有する別形式のトルクコンバータを開示している。詳しく述べると、インペラが逆方向に駆動されるのを防止し、インペラを介して伝達される動力レベルを減らすために、あらかじめ選定した最小レベルの圧力が入力クラッチの作動ピストンへ送られる。インペラ要素内の半径方向に配置された弁スプールは、インペラ要素の回転速度に敏感であり、異なるシフト状態のときトランスミッションクラッチに対する入力クラッチのダンピング(dumping)およびフィリング(filling)を制御するため、相当な努力が必要である。

【0007】米国特許第3,822,771号(1974年7月9日発行)は、両目的オブションを有する形式のトルクコンバータの別形式の油圧制御装置を開示している。たとえば、ホールローダーのオペレータは、制御装置を調整して、引き受けた仕事により調和するように駆動輪と補機に対し動力を配分することができる。詳しく述べると、右フットペダルを押して、コンバータ入力クラッチの作動ピストンへの圧力レベルを制御自在に増加させ、駆動輪へより大きなトルクを伝達することができる。また、計器盤上のノブを調整して、駆動輪へ伝達されるトルクの大きさに制限を設けて、タイヤの滑りを最小にすることができる。また、同じ右フットペダルの押し下げると、完全に連結されたコンバータ入力クラッチによって、もっぱらエンジンの加速が生じるように、別のノブを調整して制御装置を切り替えることができる。その制御装置においては、左フットペダルはもっぱらブレーキを連結し、中央フットペダルは順次ブレーキを連結し、トランスミッションをニュートラルにする。

【0008】米国特許第3,621,955号(1971年11月23日発行)は、コンバータの入力クラッチを介して駆動輪へ伝達されるトルクを明らかにしている。たとえば、ホールローダーがバケットを土塊に押し込んでいるとき、タイヤの滑りを最小にしてタイヤの磨耗を少なくするため、入力クラッチをトルクコンバータのあらかじめ選定した出力速度以下で制御自在に滑らせることができる。

【0009】コンバータ入力クラッチ、ロックアップクラッチ、トランスミッションの速度クラッチおよび方向クラッチを望ましいやり方で制御自在にシフトするのに必要なすべての仕事を実行しようとするれば、制御装置が

複雑になり過ぎるので、前述のトルクコンバータ搭載ドライブトレインは全く商業的には開発されなかった。それに加えて、それらの制御装置の多くは、車両の広範な運転状態に合わせて実際に役立つように調整することができなかった。

【0010】米国特許第4,208,925号(1980年6月24日発行)、同第4,208,925号(1980年6月24日発行)、同第4,414,863号(1983年11月15日発行)、同第4,699,239号(1987年10月13日発行)、同第4,734,861号(1988年3月29日発行)に記載されている形式の自動油圧優先電子式トランスミッション制御装置の広範な適用は、それらが車両のオペレータに完全に受け入れられ、必要とされるようにまでなったことを示している。これらの制御装置の電子部分は、複数の信号発生装置から入力信号を受け取ったあと直ちにいろいろな論理ステップを実行するようにプログラムできる。そのあと、制御装置の電子部分は、完全自動方式、または完全手動選択方式、またはこれら2つを組み合わせた方式で、トランスミッションのギヤ比を制御するいろいろなクラッチへ流体を送る複数のソレノイド操作弁へ制御信号を送る。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】車両のオペレータによる制御部材の動きに応答するマイクロプロセッサベース電子制御モジュールを組み入れた、ドライブトレインの入力クラッチを制御自在に操作する電子油圧式制御装置が要望されている。主題の電子油圧式制御装置は、電氣的に弁を動かし、入力クラッチへ加圧流体を供給することによって入力クラッチの連結の度合いを正確に制御しなければならず、また車両の一定の運転状態において手動で要求した連結の度合いを自動的にオーバーライドする論理ルーチンを含んでいなければならない。ドライブトレインは、入力クラッチで駆動されるインペラ要素と、タービン要素と、トルクコンバータを機械的にバイパスするためのロックアップクラッチを含むトルクコンバータを装備していなければならないし、特に地均し機での使用に適応できなければならない。そのような場合には、主題の電子油圧式制御装置は、エンジンの速度、トルクコンバータの出力速度、およびトランスミッションギヤセレクタのチェンジに応答し、事前にプログラムされた論理ステップと順序ステップに従って、入力クラッチおよびロックアップクラッチの連結の度合いを制御自在に調整しなければならない。特に、一方ではエンジンによって直接駆動される補機の即応性を維持するため過大なエンジンラグを避け、他方ではエンジンの過回転を避けることが望ましい。さらに、主題の制御装置は、車両のブレーキ装置に組み入れられるべきであり、また上に述べた従来制御装置に付随する1つまたはそれ以上の問題を完全に解決する構造でなければならない。さらに、主題の制御装置は、車両の総合生産性を向上させると共に、車両の燃料消費量を節減することが好ましい。

【0012】本発明は、上に述べた1つまたはそれ以上の問題を解決することを目指している。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、一実施態様として、エンジン、トランスミッション、加圧流体源、およびエンジンとトランスミッション間に連結された入力クラッチを含むドライフトレーン用の電子油圧式制御装置を提供する。本制御装置は、第1位置と第2位置の間で手動で操作可能な制御部材をもつ制御桿を有する。トランスミッションは、第1位置から第2位置への制御部材の動きに応じて、前進ギヤ比と後進ギヤ比の間でシフトするように構成されている。電子制御モジュールは、トランスミッション出力速度とトランスミッション入力速度の関数としてトランスミッションクラッチ相対速度を決定し、それに応じて方向シフト中に入力クラッチを連結したり、非連結状態にするように構成されている。

【0014】

【実施例】図2に、車両12たとえば地均し用ホイールローダーまたは同種のものなどのドライフトレーン10を示す。ドライフトレーン10は流体トルクコンバータ20のハウジング18を駆動するように連結されたエンジンシャフト16を有するエンジン14を含む。トルクコンバータ20はポンプ(P)すなわちインペラ要素22、固定支持部材26に結合されたリアクタ(R)すなわちリアクタ要素24、および中心にある出力軸30に連結されたタービン(T)すなわちタービン要素28から成っている。これらの羽根付きコンバータ要素が環状であることは周知であるので、出力軸30の軸線の下にある部分は省略してある。出力軸30は多速トランスミッション32へ入力を与える。トランスミッション32は、一対のディスク式方向クラッチすなわちブレーキ34、36と複数のディスク式速度クラッチすなわちブレーキ38、40、42、44による操作によって、協同するグループとして選択的に連結される複数の遊星歯車セット(図示せず)を有する。

【0015】本実施例においては、クラッチすなわちブレーキ34、36、38、40、42、44に選択的に接続される複数の圧力制御弁(図示せず)をもつ通常の油圧操作式トランスミッション制御装置46を作動させて、4つの前進速度と4つの後進速度を得ることができる。チャージポンプ48は、リザーバ50からあらかじめ選定された圧力設定たとえば320 psi (2,200 kPa)を有する通常のブライオリティ弁52へ流体を送る作用をする。従って、ポンプから分岐した第1導管すなわち圧力線路54は最上位の優先度を有する。第2導管すなわち圧力線路56は、ブライオリティ弁52が上記圧力のとき開いてポンプ流を与えるので、第2位の優先度を有する。これら2つの導管は、通常、たとえば約370 psi (2,550 kPa)に保たれる。トランスミッション32のシフト中、ブライオリティ弁は閉じるように構成され

ている。第2導管56はトランスミッション制御装置46に接続されており、速度クラッチ38、40、42、44の1つの圧力レベルに相当する圧力レベルP1を受ける。トランスミッション制御装置46は、次にチャージおよび潤滑のため内部減圧弁(図示せず)を通してチャージ導管58へより低い圧力P3でトルクコンバータ20へ流体を送る。トルクコンバータからの排出流すなわち戻り流は、出口導管60、出口リリーフ弁61(出口導管内を約60 psi (410 kPa)に保つ)、そして冷却器すなわち熱交換器62を通してリザーバ50へ戻る。トランスミッション制御装置46内のもう1つの導管63は方向クラッチ34、36の1つの圧力レベルに相当する圧力レベルP2を受ける。その圧力レベルは、通常、選択された速度クラッチの圧力レベルP1より低い約55 psi (380 kPa)である。

【0016】ドライフトレーン10は、さらに、エンジン14とトルクコンバータ20間に配置され回転ハウジング18をポンプ要素22に制御自在に結合するディスク式入力クラッチすなわちインペラクラッチ64と、機械的に直結してトルクコンバータを有効にバイパスするため回転ハウジング18をタービン要素28および出力軸30に選択的に結合するディスク式ロックアップクラッチ66を含む。入力クラッチ64の環状ピストン68は、環状作動室70が加圧されると移動して通常の交互配置のプレートとディスクを締め付ける。ロックアップクラッチ66も同様に連結のための環状ピストン72と環状作動室74を有する。

【0017】図1と図2にわたって、ドライフトレーン10を操作するための電子油圧式制御装置76を示す。制御装置76は、電源79に接続され、マイクロプロセッサ(図示せず)を含んでいる電子制御モジュール78を有する。用語「マイクロプロセッサ」は、マイクロコンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路、およびプログラム可能な同種の装置を含むものとする。電子制御モジュール78は、さらに、複数のセンサおよびスイッチからの入力信号をマイクロプロセッサが読み取り可能な形へ変換する電子回路網と、後で説明するマイクロプロセッサ出力信号に従ってトランスミッション32、インペラクラッチ64、およびロックアップクラッチ66を作動させる複数のソレノイドの励磁用電力を発生する回路網を含んでいる。マイクロプロセッサは、あらかじめ選定した論理規則に従って、手動で選択された1つまたはそれ以上の操作信号と、自動的に生成された複数の操作信号を受け取るようにプログラムされている。図1の左上に、トランスミッション制御装置46を作動させ、車両12のギヤ比および(または)方向を変える第1アクチュエータ機構80を示す。第1アクチュエータ機構80は、車両12のギヤ比を変える起動要素86を含む速度セレクト装置84と、車両の前後の移動方向を変える起動要素90を含む方向セレクト装置88とが設

置された直立制御桿 8 2 を含む。詳しく説明すると、オペレータは、親指で起動要素 8 6 をピボット軸 9 2 のまわりに動かして制御桿 8 2 上の標示板 9 4 に示された 4 つのギヤ比のどれかへ置くことができる。制御桿 8 2 内の通常のロータリスイッチ（図示せず）は、これら 4 つのギヤ比すなわち速度位置に相当する電気信号をワイヤリングハーネス 9 6 を通して電子制御モジュール 7 8 へ送る。同様に、オペレータは人指し指で揺動可能な起動要素 9 0 を 3 つの位置のどれかへ動かすことができる。

【0018】制御桿 8 2 内部の 3 方向電気スイッチ（図示せず）は、トランスミッション制御装置 4 6 の前進、中立、および後進の各動作モードに相当する電気信号を同じワイヤリングハーネスを通して電子制御モジュール 7 8 へ送ることができる。

【0019】図 2 に示すように、電子制御モジュール 7 8 から前進、後進、および第 1、第 2、第 3、第 4 ギヤ比に相当する 6 つのバイロット操作ソレノイド弁（以下、トランスミッションソレノイド弁と呼ぶ）100、102、104、106、108 および 110 へ別のワイヤリングハーネス 9 8 が延びている。ワイヤリングハーネス 9 8 は線で示してあるが、各トランスミッションソレノイド弁は、トランスミッション制御装置 4 6 内の内部弁をバイロット操作するために正リード線と接地リード線から成る 2 本の電線で電子制御モジュールに接続されていることを理解すべきである。これら 6 個のトランスミッションソレノイド弁には、第 2 導管 5 6 内に存在する流体圧力が個別に接続されている。

【0020】上記の代わりに、通常のレバーアームと制御弁で前進および後進ソレノイドクラッチを機械的に起動させることもできる。

【0021】電子制御モジュール 7 8 は 3 つの制御信号を自動的に受け取る。図 2 に示すように、ドライブトレイン 10 の静止部にエンジン速度センサ 112 が取り付けられている。この速度センサ 112 はエンジンシャフト 16 またはエンジンシャフト 16 に直結された回転ハウジング 18 の回転速度に比例する電気周波数信号を信号ライン 114 に与える。もう 1 つの速度センサ 116 は、トルクコンバータ出力軸 30 の回転速度に相当する電気信号を信号ライン 118 を通して電子制御モジュール 7 8 へ送る。出力軸 30 の回転方向は信号のパターンで通常のやり方で送られる。トルクコンバータ出力軸の速度はトランスミッションの入力速度に等しい。第 3 の速度センサ 115 は、トランスミッションの回転出力速度に相当する電気信号を信号ライン 117 を通して電子制御モジュール 7 8 へ送る。

【0022】図 1 に戻って説明すると、電子油圧式制御装置 7 6 は、さらに、トルクコンバータ 20 の入力クラッチの連結の度合いを選択して制御する第 2 アクチュエータ機構 120 を含んでいる。第 2 アクチュエータ機構 120 は、横ビボットピン 124 のまわりに揺動可能な

制御部材すなわち押し下げ可能な左ペダル 122 を有する。この左ペダルを高位置から中間位置へ押し下げると、それに比例してエンジン 14 からポンプ要素 22 へトルクを伝達する出力クラッチ 64 の能力が減少する。押し下げられると、左ペダル 122 はロータリセンサ 125 を作動させ、ペダル位置に応じたパルス係数をもつパルス幅変調信号を信号ライン 126 へ与える。詳しく示していないが、この位置センサ 125 は、米国特許第 4,915,075 号 (1990 年 4 月 10 日発行) に記載されている形式のものが好ましい。このパルス幅変調信号は電子制御モジュール 7 8 へ送られる。パルス幅変調信号は他の信号形式より信頼性が高く、また電磁干渉やワイヤハーネスの劣化に敏感でない。

【0023】左ペダル 122 をあらかじめ選定した位置まで押し下げると、ブレーキ機構 128 による車両 12 の制動が始まる。このブレーキ機構 128 の流体圧力源 130 は一対の独立供給導管 132、134 へ接続されている。供給導管 132 は左ブレーキ弁 136 に接続されている。左ブレーキ弁 136 は左ペダル 122 の下向きの動きに応じて押し下げられるアクチュエータ要素（図示せず）を有する。ブレーキ弁 136 は MICO Incorporated (米国) 製のヘビーデューティタイプで、動作範囲内のペダルの押し下げ量に比例する流体出力バイロット信号を点線で示したバイロット導管 138 に与える。

【0024】ブレーキ機構 128 は、そのほかに、中央制御部材すなわち中央ブレーキペダル 140 を含む。中央ブレーキペダル 140 は、横ビボットピン 142 のまわりに押し下げられると、2 つの独立圧力出力ライン 146 と 148 に通じてそれぞれ後部ブレーキセット 150 と前部ブレーキセット 152 に接続されたタンデム形減圧弁 144 を作動させる作用をする。タンデム形減圧弁 144 は、点線で示したバイロット導管 138 のほか、独立供給導管 132、134 にも通じている。タンデム形減圧弁 144 は、MICO Incorporated (米国) MICO Inc. (米国) 製の別形式のブレーキ弁である。

【0025】電子油圧式制御装置 7 6 は、さらに、右制御部材すなわち右ペダル 154 を備えていることが好ましい。右ペダル 154 は、横ビボットピン 156 のまわりに押し下げられると、車両のエンジン 14 の回転速度を増加させる作用をする。これは、右ペダル 154 と通常のエンジン調速機制御装置 159 とを相互に連結しているケーブル 157 によって行われる。右ペダル 154 が加速器または減速器として作用するかどうかはどちらでもよいので、上記の代わりに、右ペダル 154 を押し下げるとエンジンが減速するようにすることもできる。図示していないが、左ペダルセンサ 125 に似たロータリ位置センサをオプションとして使用し、上記米国特許第 4,915,075 号に記載されている形式のパルス幅変調電気信号を生成することができる。そのパルス幅変調電気信

号をエンジン速度制御装置（図示せず）へ送って、エンジン 14 の回転速度を制御することができる。

【0026】図 2 に示すように、コンバータ入力クラッチ 64 の連結の度合いを制御する第 2 アクチュエータ機構 120 は、電気信号ライン 172 で電子制御モジュール 78 へ接続されたソレノイド操作式すなわち電磁インペラクラッチ弁 170 を含んでいる。この弁 170 は、分岐供給導管 174 によって第 1 導管 54 へ、分岐ドレーン導管 176 によってリザーバ 50 へ、制御導管 178 によって入力クラッチ室 70 へそれぞれ油圧的に接続されている。一般に、インペラクラッチ弁 170 は、図 2 および図 3 のソレノイド 180 に接続された信号ライン 172 のコイル電流を増加させることによって制御導管 178 の圧力を減らす 3 方向比例減圧弁である。図 1 の左ペダル 122 を押し下げると、ソレノイド 180 によって発生した力がプランジャーすなわちブッシュピン 182 を右（図 5 を見たとき）へ押す。

【0027】図 3 について詳しく説明する。インペラクラッチ弁 170 のハウジング 184 には、段付き弁胴 188 をねじ込むことができる多段付きボア 186 が形成されている。この弁胴 188 には、供給導管 174、ドレーン導管 176、および制御導管 178 にそれぞれ通じた 3 つの環状溝 190、192、194 が設けられている。ドレーン通路 196 は弁胴 188 の右端部に形成されたばね室 198 に通じており、ばね室 198 の中に調整可能なばね座 200 がねじで取り付けられている。プランジャー 202 は往復運動ができるようにばね座 200 によって案内され、スラスト座金 206 に作用するコイル圧縮ばね 204 によって左（図 5 を見たとき）へ絶えず押されている。弁胴 188 内の中央ボア 210 内の左側プランジャー 182 と右側プランジャー 202 の間に、制御スプール 208 が配置されている。制御スプール 208 の 3 つの円筒形ランド 212、214、216 は、左側ドレーン室 218 と右側圧力室 220 を形成している。円筒形第 1 通路 222 は環状供給溝 190 を圧力室 220 に連絡し、円筒形第 2 通路 224 は通路 196 を介してドレーン溝 192 をドレーン室 218 に連絡し、円筒形第 3 通路 226 は中央溝 194 をドレーン室 218 および圧力室 220 の両方に連絡している。円筒形第 3 通路 226 は、その直径が中央スプーランド 214 の幅より少し大きいのでメータリング作用を有する。内部に流量制御オリフィス 230 をもつ制御圧力フィードバック通路 228 は、弁胴 188 内に形成された左端室 231 を第 3 通路 226 に連絡し、制御スプール 208 の左端に圧力バイアスを与える。

【0028】図 2 および図 4 に示すように、電子油圧式制御装置 76 は、コンバータ出力軸 30 のあらかじめ選定した速度でロックアップクラッチ 66 を制御自在に連結し、コンバータ出力軸をロックアップクラッチに機械的に直結する第 3 アクチュエータ機構 232 を有す

る。第 3 アクチュエータ機構 232 は、信号ライン 236 内の電子制御モジュール 78 からの電気信号に応答するソレノイド操作式すなわち電磁ロックアップクラッチ弁 234 を有する。この弁 234 は、分岐供給導管 238 を介して加圧第 1 導管 54 に、分岐ドレーン導管 240 を介してリザーバ 50 に、そして制御導管 242 に通じている。ソレノイド 244 を有するロックアップクラッチ弁 234 は、基本的には、信号ライン 236 内の電気信号の強さに正比例して制御導管 242 内の圧力を増加させる 3 方向比例弁である。弁 234 のハウジング 246 は、周囲に 3 つの環状溝 250、253、254 をもつ段付き弁胴 248 を受け入れるように構成されている。3 つの環状溝 250、253、254 はそれぞれ、供給管 238、ドレーン導管 240、および制御導管 242 に通じている。弁胴 248 内のドレーン通路 256 は、ソレノイド操作プランジャー 260 のまわりの左端室 258 に直接通じており、半径方向に伸びた 3 つの円筒形通路 262、264、266 は、弁胴 248 内の中央ボア 267 と対応する環状溝 250、252、254 の間を連絡している。中央ボア 267 内にプランジャー 260 に突き当たった状態で、制御スプール 268 が置かれている。制御スプール 268 の 3 つの円筒形ランド 270、272、274 は、左側圧力室 276 と右側ドレーン室 278 を形成している。弁胴 248 の右端にあるハウジング 246 内の室 280 は、横通路 281 を通して第 3 通路 266 内の圧力が絶えず加わっており、制御スプール 268 の右端にあるもう 1 つの室 282 は、エンドプラグ 284 に形成された減衰オリフィス 283 を介して室 280 に通じている。ロックアップクラッチ弁 234 におけるメータリングは、少し大きな直径の円筒形通路 266 に対し中央ランド 272 を軸方向に変位させることによって行われる。

【0029】図 1 に戻って、電子油圧式制御装置 76 は、オプションとして、トルクコンバータ 20 の出力速度があらかじめ設定した範囲まで減少したとき、およびトランスミッション 32 がもっぱら第 1 ギヤにあるとき、入力クラッチ 64 によって伝達されるトルクを制限するトルク制限手段すなわち第 1 ギヤ制限制御装置 286 を備えている。このトルク制限手段 286 は電源 290 に接続された手動回転式制御ダイヤル 288 を備え、そのダイヤル 288 の回転変位に比例するパルス幅変調電気信号を信号ライン 292 を通して電子制御モジュール 78 へ送るように構成されていることが好ましい。

【0030】オプションとして、オペレータが OFF 位置に置くとロックアップクラッチ 66 を連続的に非連結状態にするディスエーブルスイッチすなわちロックアップイネーブルスイッチ 294 を、電子制御モジュール 78 に連係させることが好ましい。スイッチ 294 を ON 位置に置くと、第 3 アクチュエータ機構 232 は、トルクコンバータの出力軸 30 の回転速度があらかじめ設定

した値に達すると、ロックアップクラッチを自動的に連結する作用をする。このため、ディスエーブルスイッチ 294 は別の電源 296 に接続され、そして別の信号ライン 298 によって電子制御モジュール 78 に接続されている。

【0031】図 2 に示すように、電子油圧式制御装置 76 は、方向クラッチ 34、36 の一方の圧力レベルに比例する電気信号を、信号ライン 302 を通じて電子制御モジュール 78 へ送る圧力応答装置 300 を備えている。圧力応答装置 300 は電源 306 および導管 63 に接続された信号発生器 304 を有する。信号発生器 304 は前進または後進方向クラッチ 34、36 のどちらかの圧力レベルに比例するデューティサイクルをもつパルス幅変調電気信号を信号ライン 302 に発生する。上記の代わりに、信号発生器 304 はトランスミッション 32 の設計仕様書に従って速度クラッチ 38、40、42、44 の 1 つの圧力レベルに比例する電気信号を与えることもできる。

【0032】図 6 に、電子制御モジュール 78 の各周期制御ループの間に実行されるマイクロプロセッサの主要処理ステップを示す。最初の処理ステップ 308 において、以下の 7 つの電気制御入力を連続的に読み取る。

1. トランスミッション制御桿 82 からのワイヤリングハーネス 96 内の電気信号；

TSHANDLE = トランスミッション制御桿設定

0 = NEUTRAL

1 = FIRST GEAR

2 = SECOND GEAR

3 = THIRD GEAR

4 = FOURTH GEAR

POSITIVE = FORWARD

*

TSOLCMD = トランスミッションソレノイドコマンド (6 ビット 2 進数)

ビット 0 = ソレノイド弁 100 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) F

ビット 1 = ソレノイド弁 102 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) R

ビット 2 = ソレノイド弁 104 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) 1

ビット 3 = ソレノイド弁 106 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) 2

ビット 4 = ソレノイド弁 108 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) 3

ビット 5 = ソレノイド弁 110 のコマンド (0 = OFF, 1 = ON) 4

【0034】第 3 処理ステップ 312 において、図 6 の中央ブロックで示すように、ロックアップクラッチ弁 234 に必要なコマンドを決定する。

LCOLCMD = ロックアップクラッチソレノイドコマンド (アンペア)

【0035】第 3 処理ステップ 312 は、図 7 および図 8 に示すように、サブルーチンすなわち論理サブチャートによって正確に記述される。最初のサブステップ 314 において、電子制御モジュール 78 は手動操作ディスエーブルスイッチ 294 が、OFF 位置 (オペレータがトルクコンバータ 20 をもっぱら油圧作業モードに維持することを望んでいることを示す) にあるか、ON 位置

* NEGATIVE = REVERSE

2. 信号ライン 114 内のエンジン速度信号；

ENGSPD = エンジン回転速度 (rpm)

3. 信号ライン 118 内のトルクコンバータ出力速度信号 (出力軸 30 の回転方向を含む)；

TCOSPD = トルクコンバータ出力速度および方向

(rpm: += FORWARD, -= REVERSE)

4. 方向クラッチ 34、36 のうち活動中のクラッチ内に存在する流体圧力 P2 に相当する信号ライン 302 内の電気信号；

TP2PRESS = トランスミッション方向クラッチ圧力 (kPa)

5. オペレータによる左フットペダル 122 の変位に相当する信号ライン 126 内の電気信号；

LPPOS = 左フットペダル位置 (度)

6. 信号ライン 298 内のロックアップイネーブルスイッチ 294 からの電気信号；

LESW = ロックアップイネーブルスイッチの設定

(0 = OFF, 1 = ON)

7. 信号ライン 292 内の第 1 ギヤ牽引力制限制御装置 286 からの電気信号；

RPLPOS = 牽引力制限ダイヤル位置 (度)

【0033】第 2 処理ステップ 310 において、トランスミッションソレノイド弁 100、102、104、106、108、110 へのコマンドを決定する。マイクロプロセッサは、トランスミッション制御桿 82 によって指示されたトランスミッションの方向およびギヤ比を保証するにはどのソレノイドを励磁すべきかを指示するトランスミッションソレノイドコマンド (TSOLCMD) を以

30 下のチャートのように設定する。

*

(オペレータが電子制御モジュールにあらかじめ設定した状況の下でロックアップクラッチ 66 を自動的に連結することと望んでいることを示す) にあるかを決定する。もしディスエーブルスイッチ 294 が OFF 位置にあれば、マイクロプロセッサは後で説明するようにロックアップクラッチ 66 を非連結状態にする措置を取る。もしディスエーブルスイッチ 294 が ON 位置にあれば、マイクロプロセッサはサブステップ 320 へ進む。サブステップ 320 は左フットペダル 122 が押し下げられた状態から解放されたか否かを決定する。もし左フットペダル 122 が解放されていないければ、すなわち押し下げられていれば、マイクロプロセッサはサブステップ 32

2 (図8)へ進む。もし左フッドペダル122が解放されていれば、すわち押し下げられていなければ、マイクロプロセッサは決定サブステップ326へ進む。サブステップ326はトランスミッション32があらかじめ設定した時間間隔 (たとえば、1.0 秒) の間同一ギヤであったかどうかを決定する。もしそうでなければ、マイクロプロセッサはサブステップ322へ進む。もしトランスミッションがそのあらかじめ設定した時間間隔より長い間同一ギヤであったならば、マイクロプロセッサはサブステップ332へ進む。サブステップ332は、ロックアップクラッチ66の最後の連結から、あらかじめ設定した時間間隔 (たとえば、4.2 秒) 以上経過したかどうかを確認する。もしそうでなければ、マイクロプロセッサはサブステップ322へ進む。もしそうであれば、マイクロプロセッサは決定サブステップ338へ進む。

【0036】サブステップ338は、トルクコンバータ出力軸速度 (TCOSPD) があらかじめ設定した速度範囲 (たとえば、1565 rpm < TCOSPD < 2250 rpm) 内であるかどうかを調べる。もしそうでなければ、マイクロプロセッサはサブステップ340へ進む。サブステップ340はロックアップ調整済トルクコンバータ出力速度 (LUADJTCOSPD) を決定する。ここで、LUADJTCOSPD はトルクコンバータ出力軸30の減速率に関する係数によって調整されたトルクコンバータ出力速度 (TCOSPD) すなわち $[K(TCOSPD - OLDTOSPD)]$ である。

LUADJTCOSPD = ロックアップ調整済トルクコンバータ出力速度 (rpm)

OLDTCOSPD = 最後の制御ループ (約 0.015秒だけ早い) からのトルクコンバータ出力速度 (rpm)

【0037】他方、もし速度がサブステップ338で述べた範囲内にあれば、マイクロプロセッサは、あとで説明するように、サブステップ341 (図8)へ進む、ロックアップクラッチ66を連結する。

【0038】次のサブステップ342は、サブステップ340で得られた情報からコンバータ出力軸30の調整された速度があらかじめ選定した「保持」値 (たとえば、1415 rpm) 以上であるかどうかを決定する。この値はロックアップクラッチ66の連結を開始するのに必要な値より若干小さい。サブステップ342において、もしそうでなければ、マイクロプロセッサは図8のサブステップ322へ進み、ロックアップクラッチ66を非連結状態にする。もしそうであれば、マイクロプロセッサはサブステップ350へ進む。サブステップ350は最後のループにおいて設定された LCENGCMD の値を調べることによってロックアップクラッチ66が現在連結中であるか否かを決定する。

LCENGCMD = ロックアップクラッチ連結コマンド (0 = 分離、1 = 連結)

【0039】サブステップ350において、もしそうでなければ、マイクロプロセッサはサブステップ322へ

進み、ロックアップクラッチ66を非連結状態にする。もしそうであれば、マイクロプロセッサはサブステップ341へ進み、ロックアップクラッチ66を連結する。

【0040】サブステップ322の初めに、前に述べたように、マイクロプロセッサは LCENGCMD を 0 (分離コマンドを指示する) に設定する。次のサブステップ352において、ロックアップクラッチ66の漸進的解除を制御自在に調整するため、LCENGCMD が 1 から 0 へ遷移したときからの時間と所定のテーブルの関数として、LCSOLCMD を設定する。この調整は室74 (図2) からの制御された割合の圧力リリースであり、「ランプダウン」すなわち制御された圧力リリース機能と呼ぶことができる。この「ランプダウン」は一秒の数分の一、たとえば約 0.1 秒で行われることが好ましい。

【0041】サブステップ341の初めに、前に述べたように、マイクロプロセッサは LCENGCMD を 1 (連結コマンドを指示する) に設定する。次のサブステップ354において、ロックアップクラッチ66の漸進的連結を制御自在に調整するため、LCENGCMD が 0 から 1 へ遷移したときからの時間と所定のテーブルの関数として、LCSOLCMD を設定する。この調整は室74への制御された割合の圧力増加であり、「ランプアップ」すなわち制御された圧力増加機能と呼ぶことができる。この「ランプアップ」は約 0.7 秒で行われることが好ましい。

【0042】ここで図6に戻って、主ルーチンのフローチャートはインベラ入力クラッチ64 (図2) を制御して連結するソレノイド動作コマンドを決定する第4処理ステップ356を含んでいることに留意されたい。

ICSOLCMD = インベラクラッチソレノイドコマンド (アンペア)

【0043】上記クラッチ連結の副次的処理ステップを、図9、図10、および図11に一連の関連サブルーチンのフローチャートで詳しく示す。全般的に、図9および図10のフローチャートは、次に図11のフローチャートにおいて ICSOLCMD を計算するため使用する以下の6つの変数を生成する。

ICTCPR = インベラクラッチトルク能力ペダル比 (最大値の%)

ICTCLR = インベラクラッチトルク能力トルク制限比 (最大値の%)

MAXRICTC = 最大牽引力インベラクラッチトルク能力 (フルスロットルコンバータストール時のインベラトルクの%)

MAXICTC = 最大トランスミッションシフトインベラクラッチトルク能力 (フルスロットルコンバータストール時のインベラトルクの%)

MAXLICTC = 最大ロックアップインベラクラッチトルク能力 (フルスロットルコンバータストール時のインベラトルクの%)

MINICTC = 最小インベラクラッチトルク能力 (フルスロ

17

トルコンバーストール時のインベラトルクの%)
 【0044】図9の最初のサブステップ358において、マイクロプロセッサは、図示した所定のテーブルに従って、図1の左ペダル122の位置(LPPOS)からインベラクラッチトルク能力ペダル比(ICTCPR)を決定する。第2サブステップ360は、図示した別の所定のテーブルに従って、図1の牽引力制限制御ダイヤル288の位置(RPLPOS)からインベラクラッチトルク能力制限比(ICTCLR)を決定する。

【0045】サブステップ258と360に関連する2つの手動入力の外に、本発明は4つの自動入力を使用している。第3のサブステップ362は、最初の自動入力であり、最大牽引力インベラクラッチトルク能力(MAXRICTC)を決定する。もし制御桿82の起動要素86の位置(およびTSHANDLE値)で示されるように、トランスミッションが第1ギヤになければ、MAXRICTCは100%にセットされる。もしトランスミッションが第1ギヤにあれば、サブルーチン364で示すように、調整されたトルクコンバータ出力速度が計算される。

TLADJTCOSPD = 調整されたトルクコンバータ出力速度 (rpm)

TLADJTCOSPDはトルクコンバータ出力軸の減速率に関する係数によって調整されたトルクコンバータ出力軸の速度(TCOSPD)である。次のサブルーチン366において、マイクロプロセッサは図示した別の所定のテーブルに従って、前記調整されたトルクコンバータ出力速度の関数としてMAXRICTCを決定する。

【0046】電子制御モジュール78のマイクロプロセッサは、第2の自動入力である図10の第4サブステップ368へ進み、最大トランスミッションシフトインベラクラッチトルク能力(MAXTICTC)を決定する。ギヤのシフトをTSHANDLEの変化で示すと、サブステップ368はMAXTICTCをあらかじめ選定した比較的低いレベルへ設定するであろう。

【0047】ある実施例においては、図2の導管63内の圧力(TP2PRESS)があらかじめ選定した値(POINT B: トランスミッション32の方向クラッチ34または36の連結が始まったことを示す)以上に上昇すると、MAXTICTCは120%に達するまで制御された割合で上方に調整される。別の実施例においては、トランスミッションクラッチ相対速度がほぼ零のとき、MAXTICTCの調整が始まる。トランスミッションクラッチ相対速度は、トランスミッション出力速度とトルクコンバータ出力速度を比較して決定される係数である。

【0048】図10の第5サブステップ370(第3の自動入力を必要とする)において、マイクロプロセッサは、ロックアップクラッチ連結コマンド(LCENGCMD)の値に従って、最大ロックアップインベラトルク能力を決定する。もしロックアップクラッチ66が連結中であれば(0から1へのLCENGCMDの値の遷移によって示され

18

る)、マイクロプロセッサは、LCENGCMDが変化したときからの時間のあらかじめ選定した関数としてMAXLICTCを減らす、すなわちMAXLICTC一定勾配で減少させる。これは、通常、入力クラッチ64を漸進的に非連結状態にすること、すなわち滑らかに遷移させるため約0.7秒内に圧力を一定勾配で減少させることを意味する。もしロックアップクラッチが非連結状態であれば、LCENGCMDが1から0へ変化したときからの時間の関数としてMAXLICTCを増やす、すなわちMAXLICTCを一定勾配で増加させる。これは、通常、入力クラッチ64を約0.7秒内に漸進的に完全に連結することを意味する。

【0049】次にマイクロプロセッサは、図10のサブステップ372(第4の自動入力を必要とする)へ進み、最小インベラクラッチトルク能力(MINICTC)を決定する。MINICTCの値は、TCOSPDがあらかじめ選定した負の速度値に達して負の方向に増大し続けるとき(トランスミッション出力軸30がエンジンシャフト16の回転方向とは逆の方向に回転していることを示す)、最小インベラクラッチトルク能力を0以上に増大させるため、トルクコンバータ出力速度(TCOSPD)の関数として設定される。

【0050】上に説明したすべてのインベラクラッチ制御変数は、組合せインベラクラッチトルク能力(COMICTC)を決定する図11の論理フローチャートに使用される。

COMICTC = 組合せインベラクラッチトルク能力(フルスロットルコンバーストール時のインベラトルクの%)

【0051】第7サブステップ374に示すように、マイクロプロセッサは、最初に、COMICTC = インベラクラッチトルク能力ペダル比(ICTCPR) × インベラクラッチトルク能力トルク制限比(ICTCLR) × 最大牽引力インベラクラッチトルクコンバータ能力(MAXRICTC)に設定する。これはオペレータによって調整される基本的能力である。

【0052】図11の第8サブステップ376において、マイクロプロセッサはCOMICTCの値がサブステップ368で計算した最大トランスミッションシフトインベラトルク能力(MAXTICTC)の値を超えたかどうかを決定する。もしそうであれば、COMICTCをMAXTICTCの値に設定する。もしそうでなければ、COMICTCを変えずに置く。このように、サブステップ376はCOMICTCをMAXTICTCの値に等しいか、それ以下に制限する効果を有する。

【0053】同様に、第9サブステップ386は、COMICTCをサブステップ370で計算した最大ロックアップインベラトルク能力(MAXLICTC)に等しいか、それ以下に制限する。第10サブステップ394は、COMICTCをサブステップ372で計算した最小インベラクラッチトルク能力(MINICTC)に等しいか、それ以上に制限する。

【0054】マイクロプロセッサは図11の第11サブステップ396へ進み、枠中に図示した所定のテーブルに従って、COMICTCの最終値の関数としてインペラクラッチソレノイドコマンド(ICSOLCMD)を決定する。インペラクラッチソレノイドコマンドは、電子制御モジュール78のドライバ回路網によって電磁インペラクラッチ弁170へ供給すべき電流を決定する。ICSOLCMDとCOMICTCとの関係は、インペラクラッチ弁170によって与えられる圧力と電流の関係、入力クラッチピストン68の加圧面積、およびインペラクラッチ64のディスク面積と摩擦係数によって定まる。

【0055】図6に示した最後の第5処理ステップ398は、マイクロプロセッサが、電子制御モジュール78のドライバ回路網を介してトランスミッションソレノイド100、102、104、106、108、110、ロックアップクラッチソレノイド244、およびインペラクラッチソレノイド180へ必要なソレノイドコマンドを送ることによって実行される。

【0056】

【作用】この実施例は、工事用車両のオペレータが制御桿82で方向およびギヤ比を設定することによってトランスミッション32を直接制御する手段を提供する。図1の起動要素90の操作と起動要素86の変位は電気信号へ変換され、ワイヤハーネス96によって電子制御モジュール78へ送られる。次に、電子制御モジュールは、ワイヤリングハーネス98を介して図2に示したトランスミッションソレノイド100、102、104、106、108、110の正しいソレノイドを励磁し、オペレータの命令に従ってトランスミッションをシフトさせる。

【0057】オペレータは、図1のディスエーブルスイッチ294をセットすることによってロックアップクラッチ66の自動連結をイネーブルするかディスエーブルするかを選択できる。ディスエーブルスイッチ294がOFF位置に置かれた場合には(オペレータはドライブトレイン10にもっぱら流体動作モードで働くことを望んでいることを示す)、電子制御モジュール78が図8のサブステップ322と352を続けて実行し、ロックアップクラッチソレノイド244(図2、図4)に電流が流れないようにしてロックアップクラッチ66を非連結状態にする。これにより、ロックアップクラッチ弁234はロックアップクラッチ作動室74に通じている制御導管242内の圧力を低下させる。これは、図4の左側ブランジャー260が引っ込むことによって達成される。ブランジャー260が引っ込むと直ちに、第3通路266、横通路281、右端室280、およびオリフィス283によって通じた室282内の圧力によって、制御スプール268が左へ押される。そのあと制御導管242と第3通路266がドレーン室278と第2通路264を介してドレーン導管240に対しより開いた状態

になるので、右端室280から圧力が実質上完全に解放される。同時に、制御スプール268の中央ランドが加圧室276と第3通路266間の連絡を実質上遮断する。

【0058】ディスエーブルスイッチ294がON位置に置かれた場合には、図7の制御論理サブステップ320、326、332、338、340、342、350が、ロックアップクラッチ66の自動連結のための条件が合っているかどうかを決定する。満たさなければならない条件は、図1の左フットペダル122が解放されていること(サブステップ320)、トランスミッション32がある所定の時間間隔の間同一ギヤであったこと(サブステップ326)、ロックアップクラッチ66が所定の時間長さの間非連結状態にあったこと(サブステップ332)、トルクコンバータ20の出力軸30の速度があらかじめ選定した範囲内にあること(サブステップ338のTCOSPD)、および調整されたトルクコンバータ出力速度(LUADJTCOSPD)があらかじめ設定した値以上であること(サブステップ340、342、350)である。ロックアップクラッチ66の連結が要求されると、図8のサブステップ341と354が実行されて、図6のロックアップソレノイド244に電流が流れ、ロックアップクラッチ弁234が「ランプアップ」し、そのあと導管242内をロックアップクラッチ66を連結させる程度の比較的高い圧力レベルに保たれる。これは、高電流出力を信号ライン236(図2)へ送ってソレノイド244を作動させ、左ブランジャー260を右へ(図6を見たとき)押すことによって達成される。これにより制御スプール268が右へ図示位置まで動かされるので、加圧室276は第3通路266、制御導管242、および作動ピストン72の背後の室74に対しより開いた状態になる。この結果、ロックアップクラッチ66は加圧され、連結される。

【0059】オペレータは左フットペダル122(図1)を動かして、以下に述べる自動機能の下で、インペラクラッチ64の動作を直接に制御することができる。回転位置センサ125は信号ライン126を通じてペダル位置を表す信号を電子制御モジュール78へ送る。ペダル位置(LPPOS)は読み取られ(図8のサブステップ358)、電子制御モジュール78の中で組合せインペラクラッチトルク能力(COMICTC)の計算に使用される(図9、図10、および図11)。このCOMICTCに従って、インペラクラッチソレノイド180への電流が設定される。図5に示すように、インペラクラッチ弁170によって制御導管178へ供給されるインペラクラッチ作動圧力および入力クラッチ64の得られたトルク能力は、左フットペダル122の位置と共に変化する。左フットペダルを押し下げると、回転位置センサ125がバルス幅変調信号を発生し、電子制御モジュール78内の通常のドライバ回路網(図示せず)へ送る。詳しく述べ

ると、左フットペダルが45°の完全に上昇した第1位置から中間の33°の第2位置まで押し下げられると、それに比例して電子制御モジュール78がインベラクラッチソレノイド電流を調整し、あらかじめ設定したレベルまで増加させる。この信号はインベラ入力クラッチ64に接続された制御導管178内の制御圧力をあらかじめ設定した比較的低い圧力レベルへ減らす作用をする。これにより、図5に示すように、入力クラッチ64のトルク伝達能力が減少する。左フットペダル122を33°〜25°の範囲に入るようにさらに押し下げても、この実施例の場合、図2の作動ピストン68を左へ伸長させて入力クラッチ64の交互配置の板とディスクに接触させる圧力はそれ以上に減少しない。トルクコンバータ20の環状回路内に存在する流体圧力は作動ピストン68を右(図2を見たとき)へ引っ込めようとするので、そしてその内部圧力は車両12の広範に変化する運転状態によって相当な範囲にわたり変化することから、これは非常に重要な特徴である。たとえば入力クラッチ室70内を25 psi (170 kPa) に保持することによって、次の再加圧のための充満/反作用時間が短くなる。

【0060】左フットペダル122を押し下げるとき、必要なペダル操作力は、図5の実線で示すように、33°の位置に達するまで比較的低い割合で増加する。この移動範囲の間、インベラクラッチ圧力は、想像線で示すように、最大の100%からその最大値の約5〜10%の最小レベルまで減少する。たとえば、最小圧力レベルは約25 psi (170 kPa) にすることができる。同時に入力クラッチ64のトルク伝達能力は、破線で示すように、比例して減少する。

【0061】また、図5は、左フットペダル122を33°を越えて第2位置まで押し下げたあと、左ブレーキ弁136は導管138を通してタンデム形減圧弁144へ次第に増加するパイロット信号圧力を送ることを示す。パイロット信号圧力は、図5の点線で示すように、フットペダルのそれ以上の押し下げに比例して増加する。この結果、タンデム形減圧弁144は圧力導管146で供給導管132を後部ブレーキセッ150へ、そして圧力導管148で供給導管134を前部ブレーキセッ152へ個別に接続する。もしオペレータが代わりに、中央ブレーキペダル140を押し下げれば、インベラクラッチ64と相互作用を行わずに、通常のやり方で後部ブレーキセッと前部ブレーキセッの同じ独立した作動が確実に生じるであろう。

【0062】オペレータは、さらに、図1の制御ダイヤル288を設定することによってインベラクラッチ64の動作を調整することができる。制御ダイヤル288は、実際には、図9のサブステップ358で電子制御モジュール78によって読み取られる値 LPOS を変更する。トルクコンバータ出力軸30の比較的低い速度値で、かつ左フットペダル122の与えられた任意の位置

で得られるであろう室70内のクラッチ作動圧力とクラッチトルクを減少させるため、図9および図11のサブステップ360、362、374、396の動作を通じて、インベラクラッチ弁170のソレノイド180へ供給される電流が調整される。ダイヤル288を時計方向に一杯に動かすと、インベラクラッチ弁への圧力減少があらかじめ選定した最小量になり、トルク伝達は最大になる。ダイヤル288を反時計方向に一杯に動かすと、インベラクラッチ圧力の減少が最大になり、ドライブトレイン10によるトルク伝達は最小になる。この特徴によって、オペレータは車両の運転条件に合うようにインベラクラッチトルク能力を調整することができる。

【0063】電子制御モジュール78の第1の自動機能は、図9のサブステップ362によって与えられる。サブステップ362は、最初に、トランスミッション32が第1ギヤで連結されたか否かを決定する。もし第1ギヤで連結されていれば、サブステップ364が、トルクコンバータ出力軸30の速度の変化を識別する TLADJTCOSPD を計算する。この望ましい特徴の利点をより十分に認識するために、車両12がローダーバケットを有するホイールローダーであって、ホイールローダーが土の堆積物に突っ込んでいる場面を想定することができる。これは一般的な動作モードであり、もしインベラクラッチ64が完全に連結したままであれば、トルクコンバータ20の流体回路、出力軸30、およびトランスミッション30を経由して、過大なトルクが車両の駆動輪(図示せず)へ伝達される。この不測の事態を自動的に予測するため、サブルーチン364は出力軸30の減速率を監視する。ホイールローダーのバケット(図示せず)が土の堆積物に突っ込むと、その前進速度が急激に低下するので、出力軸30の減速率が即座にわかる。この減速率は TLADJTCOSPD に反映され、サブルーチン366へ送られる。サブルーチン366内のグラフが示すように、調整されたトルクコンバータ出力速度が低い値のとき、入力クラッチ64のトルク伝達能力の大きさが低減される。TLADJTCOSPD が低い値のとき、サブルーチン364は信号ライン174内のインベラクラッチ弁170への電気信号を迅速に減少させ、作動室70へ供給される圧力を自動的に下げ、入力クラッチ64を通して伝達されるトルクを減少させる。これにより、車両のタイヤの磨耗量が減少し、しかも車両の補機たとえばローダーバケット油圧装置が新しいコマンドに比較的低速にตอบสนองすることができるようにエンジン14の回転速度を無理のない高いレベルに維持することができる。この点に関して、図1の制御ダイヤル288を反時計方向に回すことは、サブルーチン366のグラフ内の文字Eで示した傾斜した実線を破線Fの位置へ変位させる効果がある。このように、オペレータは、車両の運転条件または地上条件に合わせてインベラクラッチトルクの自動減少を特注することができる。

23

【0064】第2の自動機能は、図10の一番上のサブステップ368によって与えられる。図12の図表は、図2の前進方向クラッチ34と後進方向クラッチ36内の過渡的な圧力変化、導管63内の圧力P2の変化、およびインベラクラッチ作動室70内の圧力の変化（図1の制御桿82の操作によってなされた前進から後進への典型的なシフトをもたす）を示す。起動要素90を「前進」から「後進」へ動かすと、電子制御モジュール78は前進ソレノイド100を脱磁して前進方向クラッチ34の圧力を下げ、同時に後進ソレノイド102を励磁して後進方向クラッチ36を加圧し始める（図12の中央の図の点Cで示す）。この同じ時間枠（約0.4秒）の間、圧力P2は初め下降し、その後上昇し始める。図12の垂直破線A-Aで示すように、シフトが命令されると、図10のサブステップ368の文字Aで示すように、MAXTICTCの値が下げられる。これにより、インベラクラッチ作動室70への圧力が一定の比較的低い値、たとえば約25〜50 psi（170〜345 kPa）へ迅速に低下する。図12の垂直破線B-Bの所で、サブステップ368のMAXTICTCの値が文字Bの所で上昇し始める。これにより、インベラクラッチ圧力は、図12の下の方のグラフの点Bで示すように、調整されてシフト前の圧力レベルまで上昇する。この自動機能は、スリップ中に後進方向クラッチ36が伝達するトルクを減らすことによって、このシフト中に後進方向クラッチ36が吸収するエネルギーを低減する。

【0065】好ましい実施例の場合には、方向シフト後のインベラクラッチ圧力の調整は、伝達クラッチの相対速度がほぼ零に達したとき開始される。

【0066】また、ある実施例の場合には、トランスミッションクラッチ相対速度はトランスミッション出力速度とトルクコンバータ出力速度とを比較して決定される。トルクコンバータ出力速度とトランスミッション出力速度（現在ギヤ比が乗じられた）との差をトランスミッションクラッチ相対速度と定義する。

【0067】好ましい実施例の場合には、トランスミッションクラッチ相対速度の変化の勾配を求めることによって、クラッチ相対速度がほぼ零になる時間を予測する。クラッチ相対速度を Δt （たとえば、15 ms）ごとにサンプルし、求めた勾配を使用して、クラッチ相対速度を直線的に零まで投影する。もしクラッチ相対速度が $n \Delta t$ 秒以内に零に達すれば、クラッチ相対速度はほぼ零であり、クラッチの修正が開始される。定数 n は所定の時間間隔の数（たとえば、3）であり、クラッチコマンドとクラッチ応答間の時間遅れとして経験的に決定される。

【0068】図12の下の方の2つのグラフに示すように、入力クラッチの連結の際、クラッチ圧力を、上のグラフのように迅速に直線的に制御レベルまで増加させることもできるし、あるいは下のグラフのように制御レベルま

24

で第1の勾配で迅速に増加させたあと、所定の時間の間一定圧力に保持し、そのあと第2の勾配で第2制御レベルまで上昇されることもできる。

【0069】第3の自動機能は、図10のサブステップ370によって与えられる。図8のサブステップ341および354において計算されたLCENGOMDで示されるように、ロックアップクラッチ66が連結されると、インベラクラッチ64が非連結状態にされる。ロックアップクラッチ66が連結されると、図10のサブステップ370はMAXLICTCを徐々に零まで減少させる。この結果、図11のサブステップ396と電子制御モジュール78の動作によって、インベラクラッチソレノイド180への電流が増加する。続いて、作動室70内の圧力が一定の勾配で減少し、インベラクラッチ64を制御自在に非連結状態にする。この自動機能は、インベラ要素22に慣性回転を許すことによってトルクコンバータ20内の流体損失を最小にする。逆に、ロックアップクラッチ66が非連結状態にされると、インベラクラッチ64への圧力が自動的に一定の勾配で増加され、インベラクラッチが連結される。

【0070】第4の自動機能は、図10のサブステップ372によって与えられる。サブステップ372は、トルクコンバータ出力軸30の負速度値の関数として最小インベラクラッチトルク能力（MINICTC）を決定する。用語「負速度値」とは、出力軸30の回転方向がエンジンシャフト16の正常の回転方向と反対であることを意味する（図2を見ればわかる）。負速度値があらかじめ選定したレベル（たとえば、400 rpm、サブステップ372のグラフの点C）に達すると、電子制御モジュール78は、負速度値の増加と共に、入力クラッチ64で伝達されるトルクの大きさを自動的に増加させる。-1600 rpm（グラフの点D）のとき、インベラクラッチ64の最大連結が生じるように、出力信号が調整される。動作中、たとえば、前進ギヤのとき車両が急な斜面を下へ後向きに転がりだし、車両の重量でコンバータ出力軸30が次第に増加する速度で負方向に駆動されたとすれば、回転ハウジング18がある方向に駆動され、タービン要素28が逆方向に駆動され、しかも入力クラッチ64が過大な量のエネルギーを吸収しなければならないので、入力クラッチ64を再連結することはだんだん望ましくなくなる。このような状況の下では、入力クラッチ64を自動的に漸進的に連結することによって、車両の重量によって伝達されるエネルギーの増加部分をエンジン14へ送り戻し、加速の割合を遅らし、入力クラッチによって吸収される熱エネルギーを減らすことができる。

【0071】

【発明の効果】以上から、本発明の電子油圧式制御装置76は、簡単かつ容易に使用でき、車両の総合的生産性を向上させ、かつ燃料消費量を節減する諸効果を有す

る。これは、左フットペダル 122 の連続的に調整可能な動作と、プログラム可能な電子制御モジュール 78 とソレノイド操作弁 170 による入力クラッチ 64 の連結レベルの正確な制御と、図 9、図 10、および図 11 について上に述べたモジュール内の論理ルーチンによるものである。入力クラッチの連結レベルをオペレータが直接制御することによって、車両のホイールと補機（たとえば、制御自在にスリップ可能な入力クラッチ 64 より上流にある、エンジン 14 で駆動される作業用具システム（図示せず））との間で動力をよりうまく配分することができる。さらに、トランスミッションギヤ比または方向シフト中に入力クラッチが非連結状態にされるので、滑らかなシフトが自動的に達成される。また、電子制御モジュール 78 は、（1）トルクコンバータ 20 の出力軸 30 の低速運転状態におけるエンジンラグを最小にし、（2）出力軸 30 の高速逆回転の一定の状態の下で入力クラッチを制御自在に連結し、（3）出力軸 30 の減速が大きすぎると入力クラッチを非連結状態にし、そして（4）ロックアップクラッチと両立し、トルクコンバータを有効にバイパスし、あらかじめ選定した運転状態の下で効率的な直接駆動動作モードを提供するという、その論理システムに特徴がある。また、電子油圧式制御装置 76 は、電気式制御桿 82 と有効に協力してトランスミッション 32 を操作することができ、そしてブレーキ機構 128 と有効に協力して、入力クラッチ 64 を実質上非連結状態にしたあと左フットペダル 122 を操作することによって車両 12 にブレーキをかけることもできるし、代わりに入力クラッチが連結された状態で中央フットペダルを操作することによって車両にブレーキをかけることもできる。

【0072】本発明のその他の特徴、目的および機能は、添付図面、発明の詳細な説明、および特許請求の範囲を熟読すれば理解することができるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電子油圧式制御装置の一実施例の上半分の略図である。

【図 2】電子制御モジュールによって制御される車両のドライブトレインを示す、図 1 の電子油圧式制御装置の一実施例の下半分の略図である。

【図 3】図 2 に示したソレノイド操作式インベラクラッチ弁の縦断面図である。

【図 4】図 2 に示したソレノイド操作式ロックアップクラッチ弁の縦断面図である。

【図 5】電子油圧式制御装置の左フットペダルを押したときのインベラクラッチトルク、インベラクラッチ圧力、左フットペダル操作力、およびブレーキ圧力を示すグラフである。

【図 6】図 1 および図 2 に示した電子制御モジュールによって開始される主処理ステップを示す主プログラムのフローチャートである。

【図 7】ロックアップクラッチソレノイドコマンドを決定する場合に、本発明の電子制御モジュールが実行する処理ステップを示す第 1 副次的プログラムのフローチャートの前半である。

【図 8】同フローチャートの後半である。

【図 9】インベラクラッチソレノイドコマンドを決定する場合に、本発明の電子制御モジュールが実行する論理ルーチンと処理ステップを示す第 2 副次的プログラムのフローチャートの最初の部分である。

【図 10】同フローチャートの次の部分である。

【図 11】同フローチャートの最後の部分である。

【図 12】本発明の電子油圧式制御装置に関連するトランスミッションのギヤシフト中、シフト制御桿の設定、前進クラッチ圧力、後進クラッチ圧力、クラッチ相対速度、およびインベラクラッチ圧力を、時間の関数として示した図表である。

【符号の説明】

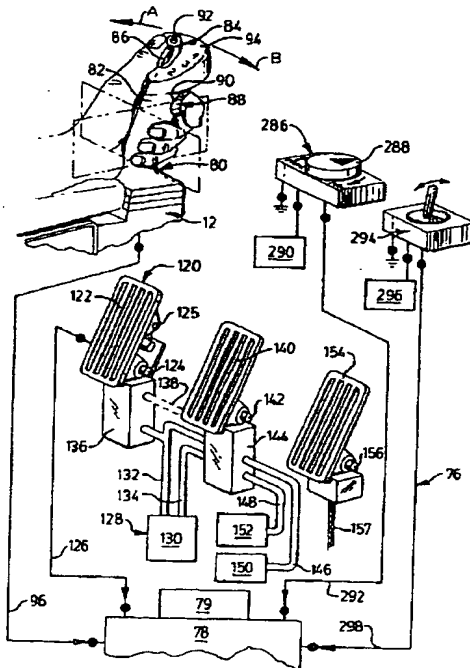
10	ドライブトレイン
12	車両
14	エンジン
16	エンジンシャフト
18	ハウジング
20	トルクコンバータ
22	インベラ要素
24	リアクタ要素
26	支持部材
28	タービン要素
30	出力軸
32	多速トランスミッション
34, 36	ディスク式方向クラッチ（ブレーキ）
38, 40, 42, 44	ディスク式速度クラッチ（ブレーキ）
46	油圧操作式トランスミッション制御装置
48	チャージポンプ
50	リザーバ
52	ブライオリティ弁
54	第 1 導管
56	第 2 導管
58	チャージ導管
60	出口導管
62	熱交換器
64	ディスク式入力クラッチ（インベラクラッチ）
66	ディスク式ロックアップクラッチ
68	環状ピストン
70	環状作動室
72	環状ピストン
74	環状作動室
76	電子油圧式制御装置
78	電子制御モジュール
80	79 電源

80	第1アクチュエータ機構	198	ばね室
82	制御桿	200	可調整ばね座
84	速度セレクト装置	202	反動ブランジャー
86	起動要素	204	コイル圧縮ばね
88	方向セレクト装置	206	スラスト座金
90	起動要素	208	制御スプール
92	ピボット軸	210	中央ボア
94	標示板	212, 214, 216	円筒形ランド
96	ワイヤリングハーネス	218	左ドレーン室
98	別のワイヤリングハーネス	220	右ドレーン室
100, 102, 104, 106, 108, 110	ソレノイド弁	222	円筒形第1通路
112	エンジン速度センサ	224	円筒形第2通路
114	信号ライン	226	円筒形第3通路
115	第3速度センサ	228	制御圧力フィードバック通路
116	第2速度センサ	230	流量制御オリフィス
117	信号ライン	231	左端室
118	信号ライン	232	第3アクチュエータ機構
120	第2アクチュエータ機構	234	電磁ロックアップクラッチ弁
122	左フットペダル	236	信号ライン
124	ピボットピン	238	分岐供給導管
125	ロータリセンサ	240	分岐ドレーン導管
126	信号ライン	242	制御導管
128	ブレーキ機構	244	ソレノイド
130	流体圧力源	246	ハウジング
132, 134	供給導管	248	段付き弁胴
136	ブレーキ弁	250, 252, 254	環状溝
138	パイロット導管	256	ドレーン通路
140	中央フットペダル	258	左端室
142	ピボットピン	260	ソレノイド操作ブランジャー
144	タンデム形減圧弁	262, 264, 266	円筒形通路
146, 148	圧力出力導管	267	中央ボア
150	後部ブレーキセット	268	制御スプール
152	前部ブレーキセット	270, 272, 274	円筒形ランド
154	右フットペダル	276	左圧力室
156	ピボットピン	278	右ドレーン室
157	ケーブル	280	室
159	通常のエンジン調速機制御装置	281	横通路
170	電磁インペラクラッチ弁	282	別の室
172	信号ライン	283	減衰オリフィス
174	分岐供給導管	284	エンドブラグ
176	分岐ドレーン導管	286	第1ギヤ制限制御装置
178	制御導管	288	制御ダイヤル
180	ソレノイド	290	電源
182	ブランジャー	292	信号ライン
184	ハウジング	294	ディスエーブル（ロックアップイネーブル）スイッチ
186	多段ボア	296	電源
188	段付き弁胴	298	信号ライン
190, 192, 194	環状溝	300	圧力応答装置
196	ドレーン通路	302	信号ライン

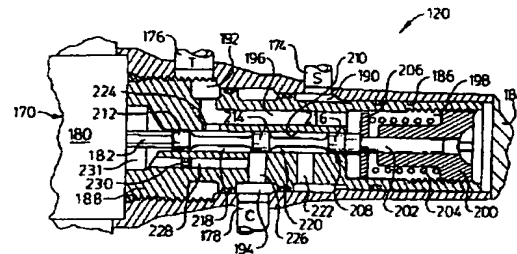
304 信号発生器

* * 306 電源

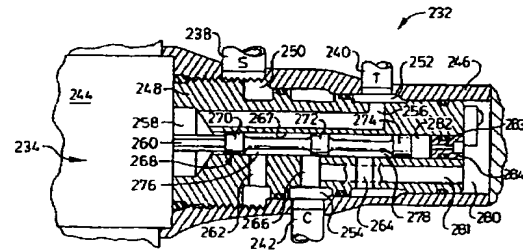
【図1】



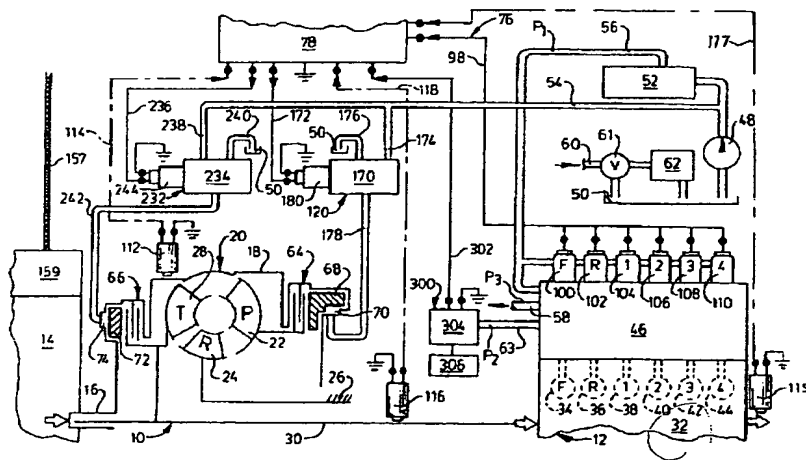
【図3】



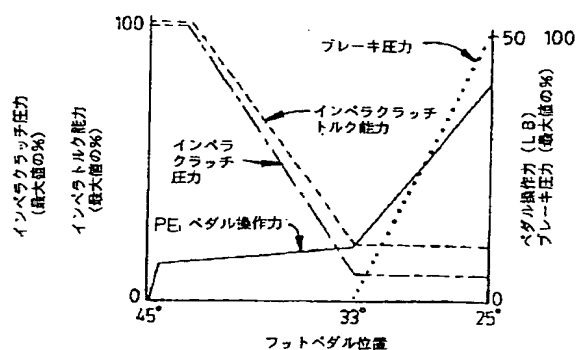
【図4】



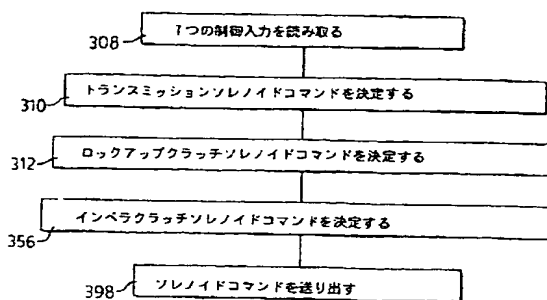
【図2】



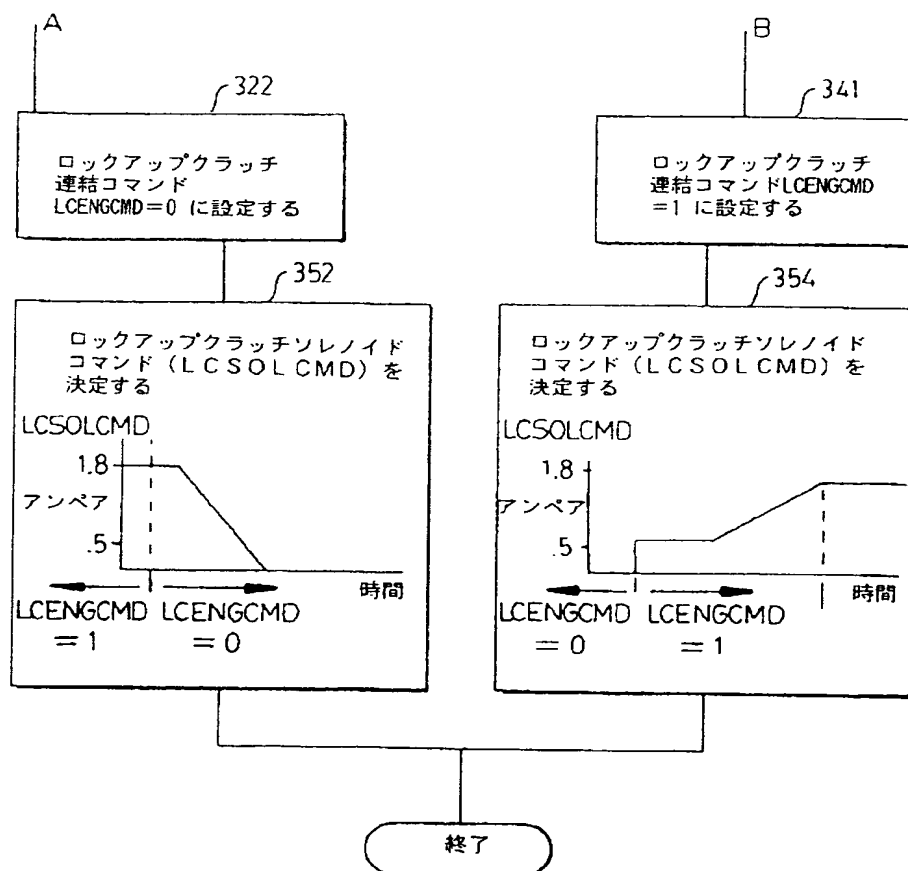
【図5】



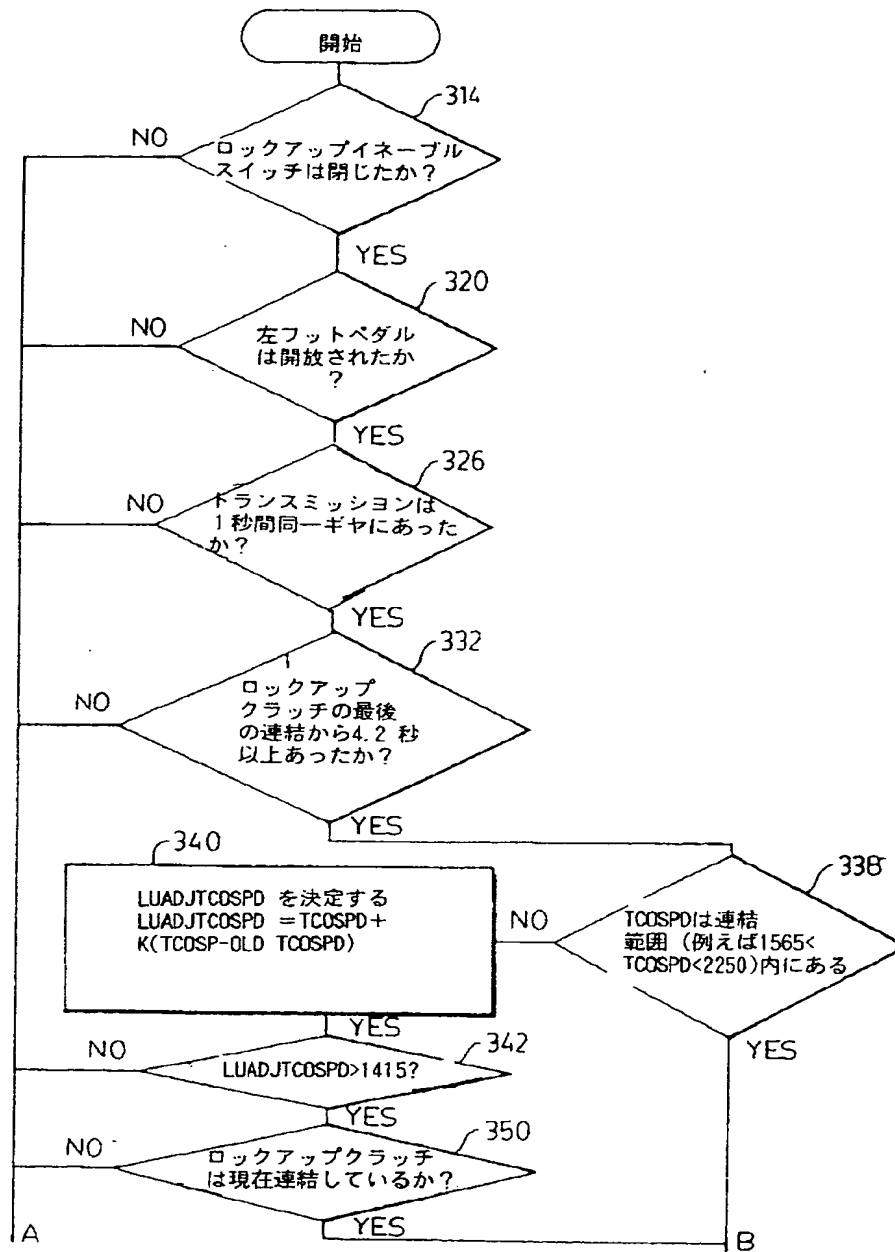
【図6】



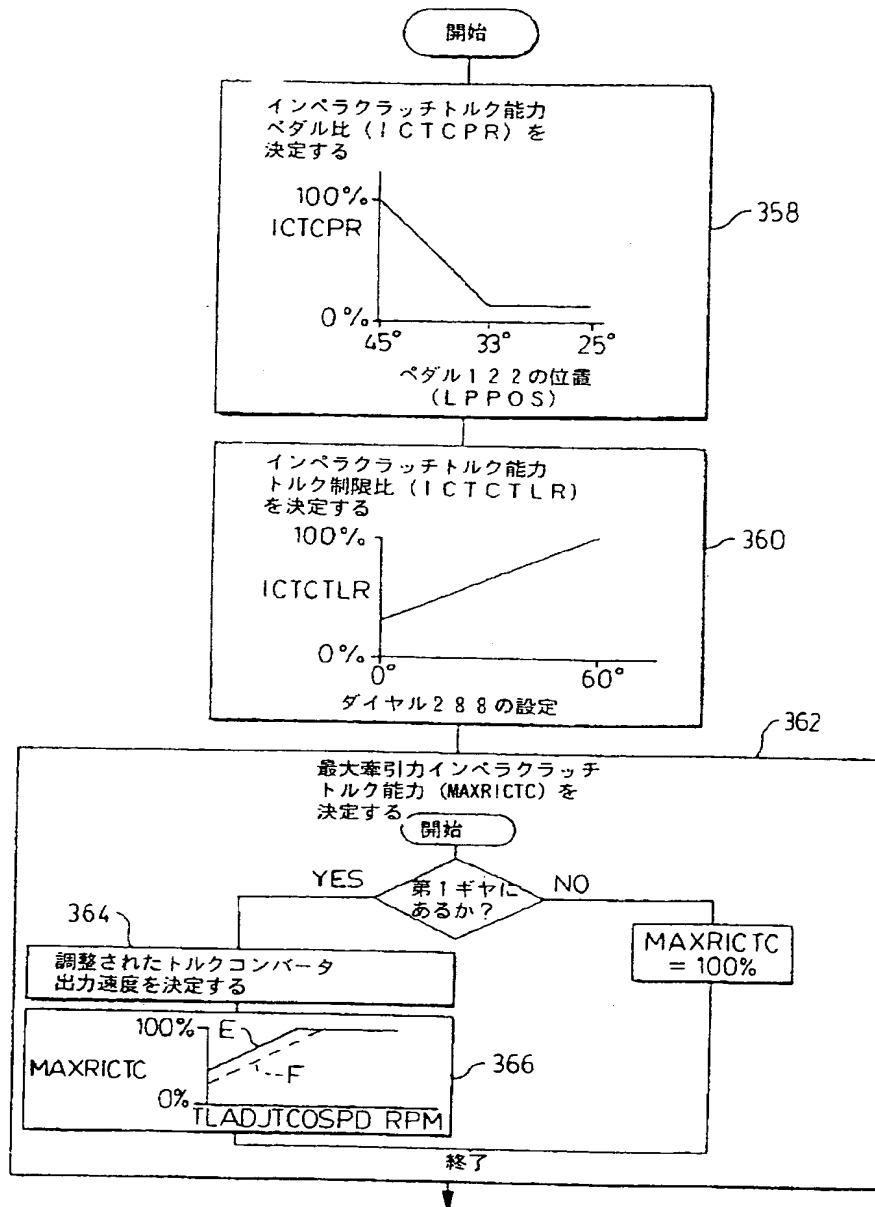
【図8】



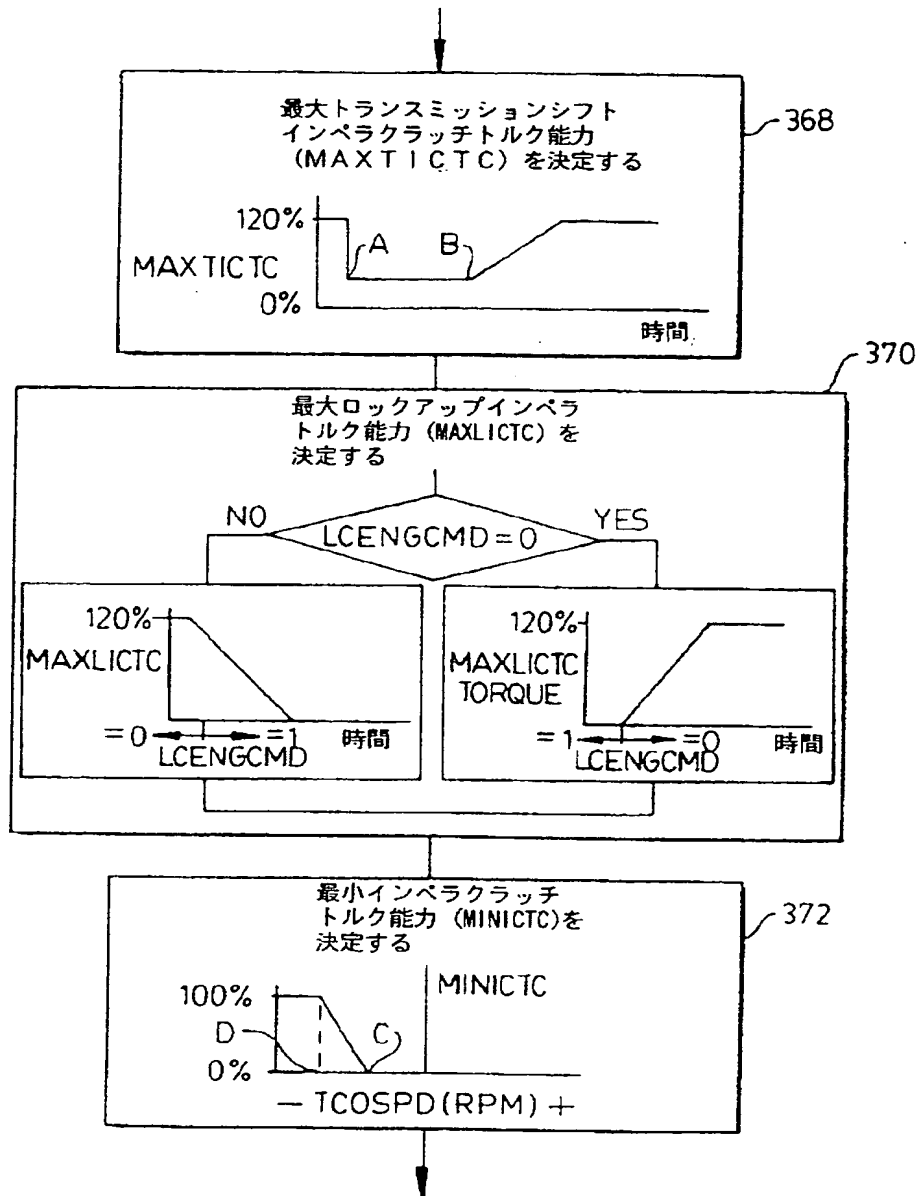
【図 7】



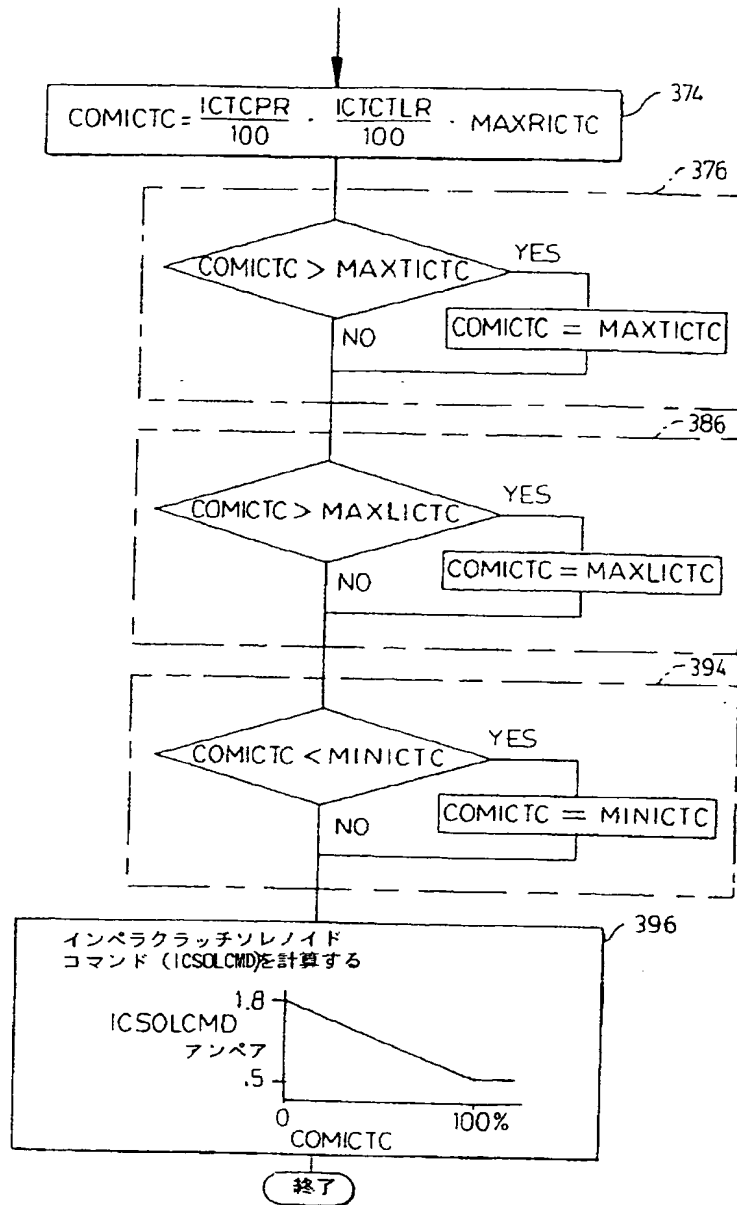
【図 9】



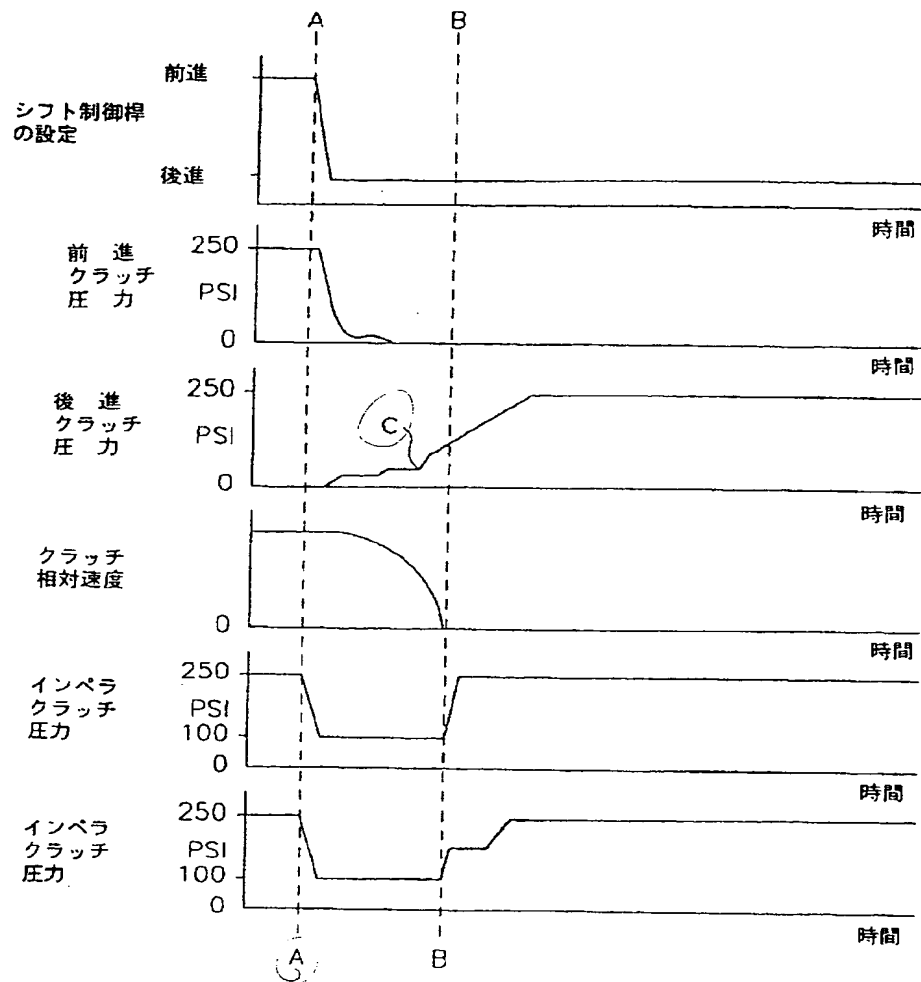
【図10】



【図 11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル エフ コッフマン
 アメリカ合衆国 イリノイ州 61548 メ
 タモーラ ウッドフォード ウェイ 19

(72)発明者 ランダル エム ミッチェル
 アメリカ合衆国 イリノイ州 61571 ワ
 シントン オークウッド サークル 300